

Р.П. МИГУЩЕНКО, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПІ»,
О.Ю. КРОПАЧЕК, канд. техн. наук, доц. НТУ «ХПІ»,
М.М. МАРАХОВСЬКА, магістр НТУ «ХПІ»,
О.Є. ТВЕРИТНИКОВА, канд. істор. наук, доц. НТУ «ХПІ»

ДОСЛІДЖЕННЯ ІНФОРМАЦІЙНОЇ МОДЕЛІ ГЕЛІОСИСТЕМИ

У статті розглянуті питання побудови системи управління геліосистемою. Для розробки системи управління вибрано об'єкт дослідження, проведений аналіз його функціонування, проведений огляд і проаналізовані можливі моделі даного об'єкту, вибрані основні напрями роботи при проведенні досліджень.

В статье рассмотрены вопросы построения системы управления гелиосистемой. Для разработки системы управления выбран объект исследования, проведен анализ его функционирования, проведен обзор и проанализированы возможные модели рассматриваемого объекта, выбраны основные направления работы при проведении исследований.

In article questions of construction of a control system гелиосистемой are considered. For management system engineering the object of research is chosen, the analysis of its functioning is carried out, the review is spent and possible models of considered object are analysed, the basic directions of work are chosen at carrying out of researches.

Постановка проблеми. При проведенні енергетичної політики основні зусилля держави Україна спрямовані на збільшення частки виробництва власних енергоресурсів, а також на подальшу диверсифікацію джерел їх імпорту. Україна має в своєму розпорядженні значні ресурси нетрадиційних поновлюваних джерел енергії (сонячна і геотермальна енергія) для отримання тепла. Залучення в енергетичний баланс країни ресурсів геотермальної і сонячної енергії для цілей теплопостачання може забезпечити економію органічного палива у розмірі 3-5%. При сучасному рівні розвитку техніки та існуючій залежності від постачань значних обсягів органічного палива з-за кордону, постає питання проведення інноваційної політики, спрямованої на розвиток і вдосконалення нетрадиційних способів отримання теплової енергії, до яких відносяться технології і установки по перетворенню в теплоту сонячної енергії. Такими установками є геліосистеми.

Аналіз літератури показав, що на даний час вже розроблена достатньо велика кількість геліоустановок, геліосистем, робота яких базується на самих різноманітних алгоритмах [1, 2]. Проте постійне розширення технічних та технологічних вимог призводить до необхідності створення нових, все більш досконалих апаратурних, алгоритмічних та програмних засобів у цій сфері.

Мета статті. Геліосистема є досить складним пристроєм і складається з великої кількості функціональних вузлів і деталей. На нормальне її функціонування впливає велика кількість дестабілізуючих факторів, які часто приводять до негативних результатів – зниження ККД, зниження надійності експлуатації.

платуації, вихід на аварійний режим роботи, погіршення екологічних параметрів тощо. Підтримання геліосистеми у нормальному функціональному стані пов'язано з необхідністю виконання оптимального алгоритму управління, що і є кінцевою метою дослідження.

Для створення такого алгоритму необхідно:

- проаналізувати апріорні відомості про досліджуваний об'єкт, які отримані у ході експлуатації,
- виявити вихідні посилення, які будуть вихідними даними при розробці апаратурно-програмних засобів управління геліосистемою.

Аналіз інформаційної моделі. Функціональна схема, обраної для дослідження, геліосистеми представлена на рис. 1.

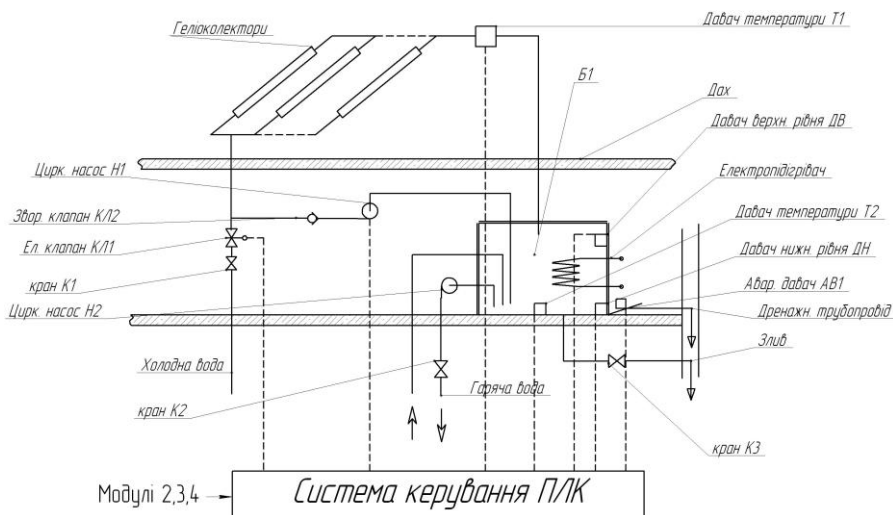


Рис. 1. Функціональна схема геліосистеми

Схема на рис. 1 складається з двох контурів. До складу першого (зовнішнього) контуру входять: геліоколектори, бак води, електроклапан носія першого контуру, циркуляційний насос, теплообмінник, датчик температури носія першого контуру. До складу другого (внутрішнього) контуру входять: електроклапани холодної води (ХВ), гарячої води (ГВ) та зливу, електричний нагрівач води, насос гарячої води, датчики рівня води, датчик температури води у баці, датчик температури води на виході нагрівача, імпульсний блок управління нагрівачем.

Система працює наступним чином. Температурний носій першого контуру нагрівається у геліоколекторі до деякої заданої величини, яка контролюється датчиком температури носія першого контуру. Далі за сигналами від схеми

управління відкривається електроклапан, запускається циркуляційний насос і здійснюється переміщення нагрітого носія температури до теплообмінника. Після чого в геліоколектор поступає холодний носій, закривається електроклапан, відключається циркуляційний насос. Нова порція носія першого контуру готова для підігріву в геліоколекторі.

Нагріта вода в баку теплообмінником за допомогою насоса ГВ через електричний підігрівач виводиться з системи. Для виводу води відкривається електроклапан ГВ, для заміщення ГВ відкривається електроклапан ХВ і холодна вода поступає в нижню частину бака. На відкривання та закривання електроклапанів ГВ та ХВ також впливає інформація від датчиків рівня. Якщо температура води не задовольняє споживача, вона додатково підігрівается електронагрівачем, який управляється імпульсними послідовностями.

На рис. 1 пунктирними лініями показані контролюючі, управлінські та сервісні зв'язки. Очевидно, що ці зв'язки визначають алгоритм функціонування розглядуваної комбінованої системи контролю і управління теплоенергетичними процесами.

Аналіз побудови моделей процесів в геліосистемі. Для побудови грамотної системи вимірювання, контролю, управління необхідно щоб інформаційна система була доповнена відповідною математичною моделлю. В інженерній практиці математичні моделі виконуються у вигляді математичного виразу з використанням перетворення Лапласа [3]

$$F(p) = \int_{-\infty}^{+\infty} e^{-px} f(x) dx \quad (\text{для аналогової форми})$$

та дискретного перетворення Лапласа [4] $D\{x_d(t)\} = \sum_{n=0}^{\infty} x(nT)e^{-pnT}$

або z-перетворення $Z\{x_d(t)\} = \sum_{n=0}^{\infty} x(nT)z^{-n}$ (для цифрової форми).

При цьому практично неможливо синтезувати математичну модель об'єкту, яка відображає функціонування установки у всіх без виключення режимах роботи. Тому, в практиці, стараються побудувати математичні моделі процесів, що відображають поведінку установки у певному вибраному режимі роботи або у вибраній частині установки.

Типова схема управління комбінованої системи управління технічним об'єктом подана на рис. 2. Для даної схеми математична модель (передавальна функція) відносно впливу збурювання має вигляд:

$$W_f = \frac{W_k W_p W_{oy} + W_{ov}}{1 + W_{oc} W_p W_{oy}},$$

де W_{oy} , W_{ov} – передавальні функції об'єкту управління, W_p – передавальна функція регулятора, W_k – передавальна функція компенсатора, W_{oc} – передавальна функція кола зворотнього зв'язку.

$$\text{Передавальна функція відносно уставки: } W_g = \frac{W_p W_{oy}}{1 + W_{oc} W_p W_{oy}}.$$

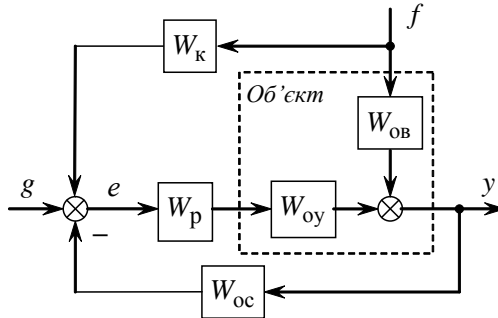


Рис. 2. Структурна схема комбінованої системи регулювання

Структура схеми (див. рис. 2) може дещо доповнюватись іншими контурами, проте база лишається незмінною. А от структура та параметри передавальних функцій залежать тільки від властивостей об'єкту та обраного принципу управління і можуть являти собою різноманітні типові ланки. До таких відносяться: інерційні, диференційні, коливальні, з запізнюванням тощо. Знаходження параметрів ланок може здійснюватись або теоретичним шляхом [5], або шляхом ідентифікації. При цьому, в будь-якому випадку, необхідно здійснювати верифікацію отриманих результатів по реальним спостереженням за роботою об'єкту та системи управління.

Імітаційне моделювання. Сильним інструментом в проведенні верифікації отриманих теоретичних даних є імітаційне моделювання. Сучасні програмні засоби дозволяють промодельовати практично любі процеси в технічних об'єктах. Таке моделювання може здійснювати визначення параметрів передаточних функцій, коректувати структуру передаточних функцій об'єкту дослідження, обирати оптимальні регулятори (ПІ, ПІД тощо) та їх структуру.

Для проведення імітаційного моделювання функціонування комбінованих систем управління доцільно використовувати інтегровані середовища математичних та інженерних розрахунків MathCAD 2001 (MathSoft Inc.) і Matlab 6 (MathWorks Inc.), а також середовища імітаційного моделювання Simulink 4 і пакет прикладних програм Control Systems Toolbox.

Для реалізації задачі моделювання, в середовищі імітаційного моделювання, на основі структурних схем об'єкту управління, складається відповідна імітаційна модель і запускається безпосередньо моделювання. Приклад такого моделювання зображений на рис. 3.

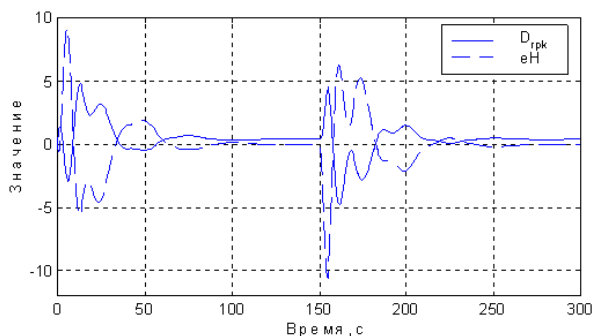


Рис. 3. Імітаційне моделювання процесів у технічному об'єкті

Висновки. У даній статті детально розглянута інформаційна модель геліосистеми, встановлені підходи до побудови структурних та математичних моделей геліосистеми, винайдені програмні продукти та принципи дослідження алгоритмів управління геліосистемою шляхом проведення імітаційного моделювання.

Перспективи подальших досліджень. На погляд авторів для подальших досліджень необхідно поставити і вирішити ряд основних задач. Такими є:

- побудова моделей процесів у геліосистемі,
- моделювання реакції основних вузлів геліосистеми на технологічний процес розігріву теплоносія,
- аналіз похибки вимірювальних каналів температури, електричного струму, рівня носія,
- синтез алгоритмів контролю і управління досліджуваної апаратури,
- розробка апаратурних пристроїв.

Вирішення всіх задач повинно бути підпорядковано критеріям простоти, дешевизни, надійності тощо, що погоджується з сучасними вимогами у промисловості.

Список літератури: 1. Дж.А.Даффи. Тепловые процессы с использованием солнечной энергии / Дж.А.Даффи, У. А. Бекман. – М. : Мир, 1977. – 412 с. 2. Авезов Р. Р. Солнечные системы отопления и горячего водоснабжения / Р. Р. Авезов, А. Ю Орлов.. Ташкент : Фан, 1988. 3. Теория автоматического управления. / Под ред. Нетушила. -М.: Высшая школа, 1976. – 400 с. 4. Изерман Р. Цифровые системы управления : Пер. с англ. - М. : Мир, 1984. – 541 с. 5. Федоткин И. М. Математическое моделирование технологических процессов. - К. : Вища школа, 1988. – 415 с.

Поступила в редколлегию 8.10.2011